

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-278589

(43)Date of publication of application : 02.10.2003

(51)Int.Cl. F02D 43/00
 F02D 13/02
 F02D 15/00
 F02D 41/04
 F02D 41/34

(21)Application number : 2003-119265

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 25.04.1996

(72)Inventor : NAKAMURA MAKOTO
 AOYAMA SHUNICHI

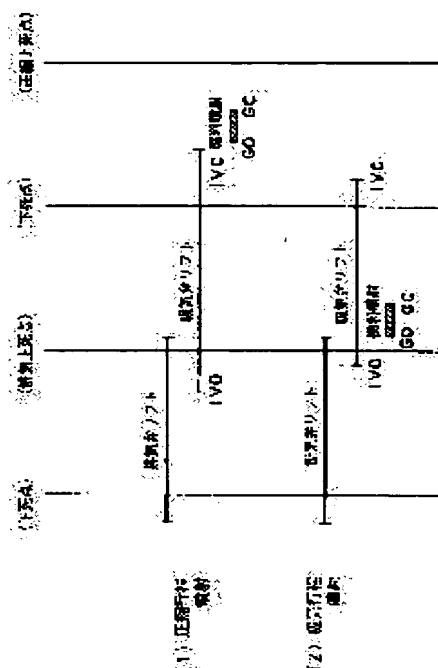
(54) CYLINDER DIRECT INJECTION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce NO_x causing the problem in compression stroke injection, and to improve significant torque in intake stroke injection.

SOLUTION: In this cylinder direct injection type internal combustion engine, at high load time, fuel injection is performed in the intake stroke, and at medium load time, fuel injection is performed in the compression stroke.

The engine includes a variable valve system for continuously variable-controlling the opening and closing timing of an intake valve, so that in the compression stroke injection, the intake valve opening timing IVO is made earlier, and the closing timing IVC is made later. Thus, exhaust emission remains much in the cylinder to reduce NO_x. In the intake stroke injection, the intake valve opening timing IVO is made later, and the closing timing IVC is made earlier. Thus, discharge return of air-fuel mixture is decreased to enhance filling efficiency, so that torque is improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-278589

(P2003-278589A)

(43) 公開日 平成15年10月2日(2003.10.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード*(参考)	
F 0 2 D 43/00	3 0 1	F 0 2 D 43/00	3 0 1 Z	3 G 0 8 4
			3 0 1 J	3 G 0 9 2
13/02		13/02	H	3 G 3 0 1
15/00		15/00	E	
41/04	3 3 5	41/04	3 3 5 C	
審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 10 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2003-119265(P2003-119265)
 (62) 分割の表示 特願平8-103074の分割
 (22) 出願日 平成8年4月25日(1996.4.25)

(71) 出願人 000003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (72) 発明者 中村 信
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内
 (72) 発明者 青山 俊一
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内
 (74) 代理人 100062199
 弁理士 志賀 富士弥 (外3名)

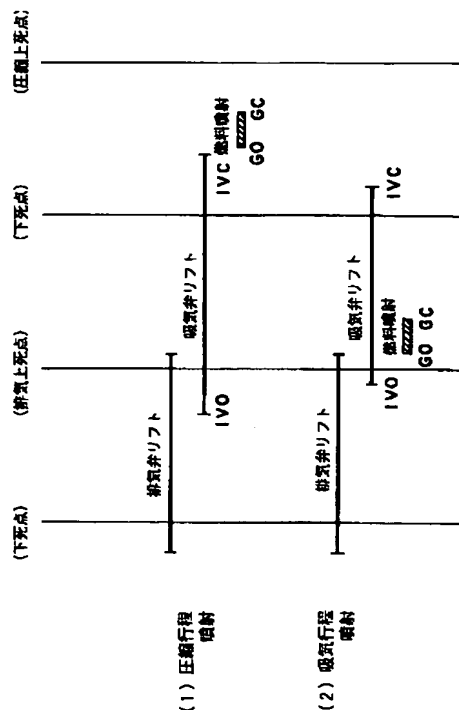
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 筒内直噴型内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 圧縮行程噴射としたときに問題となるNO_xの低減を図るとともに、吸気行程噴射としたときに重要なトルクを向上させる。

【解決手段】 筒内直噴型内燃機関において、高負荷時には、吸気行程中に燃料噴射が行われ、中負荷時には、圧縮行程中に燃料噴射が行われる。吸気弁の開閉時期を連続的に可変制御する可変動弁機構を具備しており、圧縮行程噴射の際には、吸気弁開時期IVOが早まり、閉時期IVCが遅くなる。これにより、シリンダ内に排気が多く残留し、NO_xが低減する。吸気行程噴射の際には、吸気弁開時期IVOが遅くなり、閉時期IVCが早くなる。これにより、混合気の吐き戻しが減少して充填効率が高まり、トルクが向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 機関運転条件に応じて燃料噴射時期が可変制御される筒内直噴型内燃機関において、その燃料噴射時期に応じてバルブタイミングが変化するように構成されていることを特徴とする筒内直噴型内燃機関。

【請求項 2】 吸気弁の開閉時期を可変制御する可変動弁機構を有し、燃料噴射開始時期が吸気行程中にあるときには吸気弁閉時期を早め、かつ燃料噴射開始時期が圧縮行程中にあるときには吸気弁開時期を早めることを特徴とする請求項 1 記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項 3】 吸気弁の開閉時期を可変制御する可変動弁機構を有し、燃料噴射開始時期が吸気行程中にあるときには吸気弁閉時期を遅らせるとともに吸気弁閉時期を早め、かつ燃料噴射開始時期が圧縮行程中にあるときには吸気弁開時期を早めるとともに吸気弁閉時期を遅らせることを特徴とする請求項 1 記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項 4】 圧縮行程中にある噴射開始時期が、吸気弁閉時期と同時にしくは僅かに遅れていることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項 5】 燃料噴射時期の切換とバルブタイミングの切換とに時間差が設けられていることを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項 6】 機関運転条件の変化に対し、燃料噴射時期の切換がバルブタイミングの切換よりも先に実行されることを特徴とする請求項 5 記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項 7】 機関運転条件の変化に対し、全気筒の燃料噴射時期の切換が完了した後に、バルブタイミングの切換が実行されることを特徴とする請求項 6 記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項 8】 アイドルを含む低負荷時には、燃料噴射時期の可変制御に拘わらず、バルブタイミングが所定時期に固定されていることを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項 9】 燃料噴射時期の可変制御の異常時には、バルブタイミングが所定時期に固定されることを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項 10】 バルブタイミングを連続的に制御可能な可変動弁機構を備えていることを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載の筒内直噴型内燃機関。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、ガソリン機関に代表される 4 サイクル火花点火式内燃機関に関し、特に、燃料をシリンダ内に直接噴射する筒内直噴型内燃機関に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ガソリン機関においても、電磁式燃料噴射弁をシリンダ内へ向けて配設し、燃料をシリンダ内に直噴噴射するようにした筒内直噴型のものが一部で実用化されている。

【0003】そして、その燃料噴射時期を機関運転条件に応じて可変制御することが既に行われている。具体的には、全開運転を含む高負荷高速領域においては、燃料を吸気行程中に噴射し、均一な混合を図るとともに、燃料気化による吸気冷却を行い、耐ノック性を向上させて高効率吸気を実現するようにしている。つまり、これにより、トルク向上が達成できる。また、これ以外の中低負荷領域においては、燃料を圧縮行程中に噴射し、層状混合を実現するようにしている。この層状混合により、空燃比 30～40 程度の超希薄燃焼が可能であり、燃費低減を達成できるのである（三菱自動車工業（株）1995 年 5 月発行の「筒内噴射ガソリンエンジン」参照）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の筒内直噴型内燃機関においては、上記のように燃料噴射時期を可変制御したとしても、これに対応したバルブタイミングの可変制御を行っていないため、NO_x 低減やトルク向上の上で、なお改善の余地があった。

【0005】すなわち、燃料を圧縮行程中に噴射して層状混合とした場合には、燃焼室内で、空燃比が種々異なる部分が生じる。ここで、空燃比が理論空燃比に近い部分は、燃焼して NO_x が発生しても、排気系に設けた三元触媒により容易に低減できる。また、空燃比が 30～40 程度の希薄な領域は、NO_x 排出量自体が小さい。

【0006】しかしながら、空燃比が 16～17 程度の中間層においては、NO_x 排出量が多いにも拘わらず、三元触媒が十分には働かないため、そのまま機関外部へ NO_x が排出されてしまう。つまり、圧縮行程中に噴射して希薄燃焼を行わせる場合に、内燃機関全体として、NO_x を十分に低減することができない。

【0007】また、燃料を吸気行程中に噴射する吸気行程噴射においては、均質混合気であるので、上述したような NO_x の問題はなく、いかにトルクを高められるかが重要となるが、バルブタイミングを固定的に設定したものでは、吸気弁を介した混合気の吐き戻しによって充填効率が低下することがあり、必ずしもトルクを十分に高めることができない。

【0008】

【課題を解決するための手段】そこで、この発明は、機関運転条件に応じて燃料噴射時期が可変制御される筒内直噴型内燃機関において、その燃料噴射時期に応じてバルブタイミングが変化するように構成したものである。

【0009】より具体的には、本発明の筒内直噴型内燃機関は、吸気弁の開閉時期を可変制御する可変動弁機構を有し、燃料噴射開始時期が吸気行程中にあるときには

吸気弁閉時期を早め、かつ燃料噴射開始時期が圧縮行程中にあるときには吸気弁閉時期を早めることを特徴としている。

【0010】さらに望ましくは、請求項3のように、燃料噴射開始時期が吸気行程中にあるときには吸気弁閉時期を遅らせるとともに吸気弁閉時期を早め、かつ燃料噴射開始時期が圧縮行程中にあるときには吸気弁閉時期を早めるとともに吸気弁閉時期を遅らせるようにするとよい。

【0011】前述したように、燃料を圧縮行程中に噴射して層状混合とした場合には、燃焼室内で、空燃比が種々異なる部分が生じる。ここで、空燃比が理論空燃比に近い部分は、燃焼して NO_x が発生しても、排気系に設けた三元触媒により容易に低減できる。また、空燃比が30～40程度の希薄な領域は、 NO_x 排出量自体が小さい。これに対し、空燃比が16～17程度の中間層においては、 NO_x 排出量が多いにも拘わらず、三元触媒が十分には働かないという問題がある。

【0012】しかしながら、本発明によれば、この圧縮行程噴射の際に、吸気弁閉時期を早めることにより、いわゆる内部EGRとして多量の排気を燃焼室に導入することができ、燃焼温度が低下する。これにより、 NO_x 排出量が減少する。

【0013】また、さらに吸気弁閉時期を遅らせれば、実圧縮比が下がり、燃焼温度がさらに低下するため、 NO_x 排出量は一層低減する。

【0014】一方、燃料を吸気行程中に噴射する場合には、均質混合気であるから、圧縮行程噴射のような NO_x の問題はなく、いかにトルクを高めるかが課題となる。本発明では、吸気行程噴射の際に、吸気弁閉時期を早めることで、混合気の吸気ポートへの吐き戻しが減少し、充填効率が向上する。従って、トルクが向上する。

【0015】また、同時に吸気弁閉時期を遅らせれば、バルブオーバーラップが減少し、筒内残留ガスが少なくなるので、充填効率がさらに向上し、トルクをさらに高めることができる。

【0016】なお、機関が高回転になるに従って混合気の吐き戻しが少なくなるので、高回転になるに従って徐々に吸気弁閉時期を遅らせるようにしてもよい。また、高回転になるに従って吸入効率は低下するので、吸気弁閉弁角度が広がるように、高回転になるに従って吸気弁閉時期を徐々に早めるようにしてもよい。

【0017】また、本発明では、望ましくは請求項4のように、圧縮行程中にある噴射開始時期が、吸気弁閉時期と同時にしくは僅かに遅れている。

【0018】つまり、燃料噴射の開始時には、吸気弁が閉じている。これにより、燃料噴霧を伴ったガス流動が吸気ポート側に漏れることを確実に防止し、強いガス流動を確保できる。また着火までに霧化できる時間を確保でき、霧化の改善ひいては良好な燃焼を実現できる。

【0019】また、本発明では、望ましくは請求項5のように、燃料噴射時期の切換とバルブタイミングの切換とに時間差が設けられている。そして、望ましくは、機関運転条件の変化に対し、燃料噴射時期の切換がバルブタイミングの切換よりも先に実行される。

【0020】このように、時間差を与えることにより、噴射時期の切換によるトルク変化とバルブタイミングの切換によるトルク変化とが同時に発生せず、トルクショックが抑制される。そして、噴射時期の切換の方が瞬時に実行できるので、バルブタイミングの切換よりも噴射時期切換を先行させることにより、運転者のアクセル操作に良好に反応することができ、レスポンスが高くなる。

【0021】さらに請求項7の発明では、機関運転条件の変化に対し、全気筒の燃料噴射時期の切換が完了した後に、バルブタイミングの切換が実行される。

【0022】つまり、全気筒の燃料噴射時期の切換完了を待つことにより、気筒間の空燃比のばらつきを小さくした後にバルブタイミングが変化することになり、過渡エミッションの発生を防止できる。また、トルクショック軽減の上でも有利となる。

【0023】また、本発明においては、望ましくは、アイドルを含む低負荷時には、燃料噴射時期の可変制御に拘わらず、バルブタイミングが所定時期に固定されている。

【0024】アイドルは、燃焼安定性が悪く、ストールによる機関の停止（いわゆるエンスト）を防止することが重要であるが、バルブタイミングの切換によって機関の停止を招く恐れがある。特に機関が低温状態にあるときにバルブタイミングを切り換えようとする、可変動弁機構の応答ばらつきを生じることがあり、これに伴って、過渡的な燃焼の悪化が発生し、一層ストールを生じやすい。そこで、本発明では、アイドルを含む低負荷時に、燃料噴射時期の可変制御に拘わらず、バルブタイミングを所定時期に固定することにより、いわゆるエンストを防止できる。なお、一般には、吸気行程噴射用のバルブタイミングに固定される。

【0025】また、燃料噴射時期の可変制御が正常に作動しなくなると、燃焼が不安定化し、やはり機関が停止しやすい状態となる。そこで、本発明では、請求項9のように、燃料噴射時期の可変制御の異常時に、バルブタイミングが所定時期に固定されることが望ましい。これにより、バルブタイミングの切換に伴うエンストを回避できる。なお、このときのバルブタイミングを吸気行程噴射用の特性とすれば、始動性確保の上で有利となる。

【0026】また、本発明では、請求項10のように、バルブタイミングを連続的に制御可能な可変動弁機構を用いることが望ましい。

【0027】これにより、バルブタイミングを段階的に切り換える場合のようなショックの発生がない。

【0028】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、希薄燃焼を行わせるべく圧縮行程噴射とした際に、吸気弁開時期を早めることにより、NO_x排出量を低減できるとともに、トルクを高めるべく吸気行程噴射とした際に、吸気弁開時期を早めることで、充填効率の向上ひいてはトルクの向上が図れる。

【0029】また、請求項3によれば、NO_x排出量をさらに低減できるとともに、トルクをさらに高めることができる。

【0030】そして請求項4によれば、強いガス流動により霧化の改善ひいては良好な燃焼を実現できる。

【0031】また、請求項5および請求項6によれば、機関運転条件の変化に対し、噴射時期等の切換による大きなトルクショックの発生を防止でき、しかも、レスポンスの悪化を防止できる。

【0032】さらに請求項7の発明によれば、気筒間の空燃比のばらつきによる過渡エミッションの発生を防止でき、トルクショック軽減の上でも有利となる。

【0033】さらに請求項8および請求項9によれば、ストールによる機関の停止を確実に防止できる。

【0034】また、請求項10のように、バルブタイミングを連続的に制御可能な可変動弁機構を用いれば、バルブタイミングを一層適切に維持でき、かつ大きなショックの発生を防止できる。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、この発明の好ましい実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0036】図1は、この発明に係る筒内直噴型内燃機関の一実施例を示すもので、シリンダブロック1に複数のシリンダ2が直列に配置されているとともに、各シリンダ2内に直接燃料を噴射するように、電磁式燃料噴射弁3が各シリンダ2の上部に配設されている。この燃料噴射弁3には、圧縮行程中に燃料噴射が可能のように比較的高い圧力の燃料が供給されている。シリンダ2頂部を覆うシリンダヘッド4には、吸気弁5によって開閉される吸気ポート6と、排気弁7によって開閉される排気ポート8とが形成され、かつ点火栓9が装着されている。

【0037】排気弁7は、排気側カムシャフト10によって固定的なバルブタイミングでもって開閉されるようになっている。これに対し、吸気弁5は、可変動弁機構11によって、その開閉時期を可変制御できる構成となっている。

【0038】12は、上記燃料噴射弁3の噴射時期ならびに吸気弁5のバルブタイミングを機関運転条件に応じて制御するマイクロコンピュータシステムからなるコントロールユニットであって、このコントロールユニット12には、機関運転条件を示す回転数信号や負荷信号（例えば吸入空気量信号）等が入力されており、これらの検出信号に基づいて、各燃料噴射弁3および可変動弁

機構11の油圧制御弁13に制御信号を出力している。

【0039】上記可変動弁機構11は、特開平6-185321号公報や米国特許第5,365,896号明細書等において開示されているように、不等速軸継手の原理を応用して各気筒の円筒状カムシャフト22を不等速回転させることでバルブリフト特性を連続的に可変制御し得るようにしたものである。

【0040】この機構自体は公知であるので、図1および図2を参照して簡単に説明すると、図において、21は図外の機関クランク軸からタイミングチェーン14

（図2参照）を介して回転力が伝達される駆動軸、22は該駆動軸21の外周に回転自在に嵌合した中空円筒状のカムシャフトである。このカムシャフト22は、各気筒毎に分割して構成されている。

【0041】上記カムシャフト22は、シリンダヘッド4上端部のカム軸受に回転自在に支持されていると共に、外周に、各気筒一対の吸気弁5を開作動させる一対のカム26が形成されている。また、カムシャフト22は、上述したように複数個に分割形成されているが、その一方の分割端部に、第1フランジ部27が設けられている。また、この複数に分割されたカムシャフト22の端部間に、それぞれスリーブ28と環状ディスク29が配置されている。上記第1フランジ部27には、半径方向に沿った細長い係合溝30が形成されている。

【0042】上記スリーブ28は、駆動軸21に固定されているものであって、該スリーブ28に、上記第1フランジ部27に対向する第2フランジ部32が形成されている。この第2フランジ部32には、やはり半径方向に沿った細長い係合溝が形成されている。

【0043】両フランジ部27、32の間に位置する上記環状ディスク29は、略ドーナツ板状を呈し、駆動軸21の外周面との間に環状の間隙を有するとともに、ディスクハウジング34の内周面に回転自在に保持されている。また、互いに180°異なる直径線上の対向位置にそれぞれ反対側へ突出する一対のピン36、37を有し、各ピン36、37が各係合溝に係合している。

【0044】ディスクハウジング34は、略三角形をなし、その円形の開口部内に環状ディスク29が保持されているとともに、三角形の頂部となる2カ所に、それぞれ第1カム嵌合孔38および第2カム嵌合孔39が貫通形成されている。

【0045】そして、上記第1カム嵌合孔38および第2カム嵌合孔39内には、それぞれ第1偏心カム41および第2偏心カム43の円形カム部41a、43aが回転自在に嵌合している。

【0046】上記第2偏心カム43は、図1に示すように、互いに所定量偏心している円柱状の軸部43bと円形カム部43aとからなり、両者が回転可能に嵌合されて一体化されている。なお、円形カム部43aは、スナップリング30により抜け止めされている。上記軸部4

3bは、図1に示すように、フレーム33の隔壁部に圧入固定されている。

【0047】また上記第1偏心カム41は、機関前後方向に沿って複数気筒に互って連続した制御カム軸42と、該カム軸42に各気筒に対応して固設された複数個の円形カム部41aとからなり、両者が所定量偏心している。なお、各気筒の円形カム部41aは、それぞれカム軸42の所定の角度位置において偏心している。上記制御カム軸42は、上記フレーム33にカムブラケット35を介して回転自在に保持されている。内燃機関の一端部に位置する上記制御カム軸42の一端には、駆動機構として回転型の油圧アクチュエータ46が取り付けられている。また、内燃機関の前端部に位置する制御カム軸42の他端には、該制御カム軸42の回転位置つまり円形カム部41aの位相を検出する回転型のポテンシオメータ47が取り付けられている。

【0048】上記の可変動弁機構11においては、第1偏心カム41を介して環状ディスク29の偏心位置を可変制御することにより、カムシャフト22が不等速回転し、駆動軸21との間で、その偏心量に応じた位相差が生じる。例えば、環状ディスク29の中心と駆動軸21の中心とが一致している状態では、カムシャフト22が駆動軸21と等速で同期回転するため、図3の(A)の実線に示すようなバルブリフト特性が得られる。これに対し、環状ディスク29の中心が一方へ偏心した状態では、図3(B)の一点鎖線に示すように偏心量に応じた位相差が生じ、これに伴って図3(A)に一点鎖線で示すようなバルブリフト特性が得られる。すなわち、偏心量を制御することにより、吸気弁5の開時期と閉時期との双方を連続的に可変制御することができる。

【0049】図4は、本発明の燃料噴射時期とバルブタイミングとの関係を示したタイムチャートであって、図示するように、燃料噴射時期が、機関運転条件に応じて2通りに切り換えられる。すなわち、ピストンが圧縮行程にある間に噴射する圧縮行程噴射と、ピストンが吸気行程にある間に噴射する吸気行程噴射とに、適宜切り換えられる。図中、GOは噴射開始時期、GCは噴射終了時期であって、噴射量の大小に関係なく、噴射開始時期GOが、圧縮行程噴射の場合には圧縮行程中に、吸気行

程噴射の場合には吸気行程中に含まれるように、それぞれ制御される。

【0050】そして、燃料噴射時期が圧縮行程噴射である場合と吸気行程噴射である場合とで、それぞれ吸気弁5の開閉時期が異なっている。具体的には、圧縮行程噴射の場合には、吸気行程噴射の場合に比較して、吸気弁5の開時期IVOが相対的に早くなっているとともに、閉時期IVCが相対的に遅くなっている。また、圧縮行程噴射時に、燃料噴射開始時期GOは、吸気弁閉時期IVCより僅かに遅くなっている。

【0051】図5および表1は、機関運転条件と上述した燃料噴射時期およびバルブタイミングの関係をまとめて示したものであって、高速高負荷側の領域Aでは、表1のように、吸気行程噴射となり、かつこれに対応して、吸気弁5の開時期IVOが遅く、閉時期IVCが早くなる。中負荷の領域Bでは、希薄燃焼を行うために、圧縮行程噴射となり、かつこれに対応して、吸気弁5の開時期IVOが早く、閉時期IVCが遅くなる。

【0052】さらに、アイドルを含む低速低負荷側の領域Cでは、燃料噴射時期は、機関温度条件によって異なるものとなる。機関の暖機後は、燃費向上を図るために、圧縮行程噴射とする。また、極低温の冷機時には、始動性確保のために、吸気行程噴射とし、霧化時間を長く確保するようにしている。そして、バルブタイミングは、この噴射時期の切換と無関係に、吸気行程噴射のための特性に固定されている。従って、例えば極低温の冷間始動後にアイドルのまま放置した場合に、機関温度が多少上昇した時点で燃料噴射時期は圧縮行程噴射に切り換えられるが、バルブタイミングの切換はなされないで、このバルブタイミングの切換に起因するストールひいては機関の停止を回避できる。

【0053】なお、図示は省略するが、燃料噴射時期の切換が何らかの異常で正常になされない場合には、やはりバルブタイミングが固定される。この場合、吸気行程噴射の特性に固定するようにすれば、やはり始動性確保の上で有利である。

【0054】

【表1】

	A	B	C
燃料噴射時期	吸気行程	圧縮行程	吸気行程 (冷機時) 圧縮行程 (暖機時)
バルブタイミング	IVO遅 IVC早	IVO早 IVC遅	噴射時期によらず IVO遅 IVC早

【0055】次に図6は、多気筒内燃機関、一例として

4気筒内燃機関における燃料噴射時期およびバルブタイ

ミングの切換時期を説明するタイムチャートであって、具体的には、加速時の変化を示している。ここで、黒丸は、圧縮行程噴射であることを示し、白丸は、吸気行程噴射であることを示している。この図6に示すように、内燃機関のスロットル開度が増加して運転条件が前述した領域Bから領域Aへ変化すると、これと同時に、噴射時期の切換、具体的には、圧縮行程噴射から吸気行程噴射への切換が実行される。但し、この切換は、実際には、点火順に従って4気筒について順次なされるので、全気筒について切換が完了するまでには、機関の1サイクルが必要である。そして、この噴射時期の切換が全気筒で完了した後、可変動弁機構11を介してバルブタイミングが一斉に切り換えられる。具体的には、制御カム軸42が所定位置まで回転駆動される。

【0056】このように、燃料噴射時期の切換とバルブタイミングの切換とに、僅かな時間差を与えることで、トルクショックを抑制できる。また、燃料噴射時期の切換は、機械的な遅れを伴わずに即座に実行されるので、トルクショックを抑制しつつ加速応答性に優れたものと

なる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る筒内直噴型内燃機関の一実施例を示す構成説明図。

【図2】その可変動弁機構の構成を示す要部の斜視図。

【図3】この可変動弁機構における駆動軸とカムシャフトとの回転位相差およびバルブリフト特性を対比して示す特性図。

【図4】燃料噴射時期とバルブタイミングとの関係を示すタイムチャート。

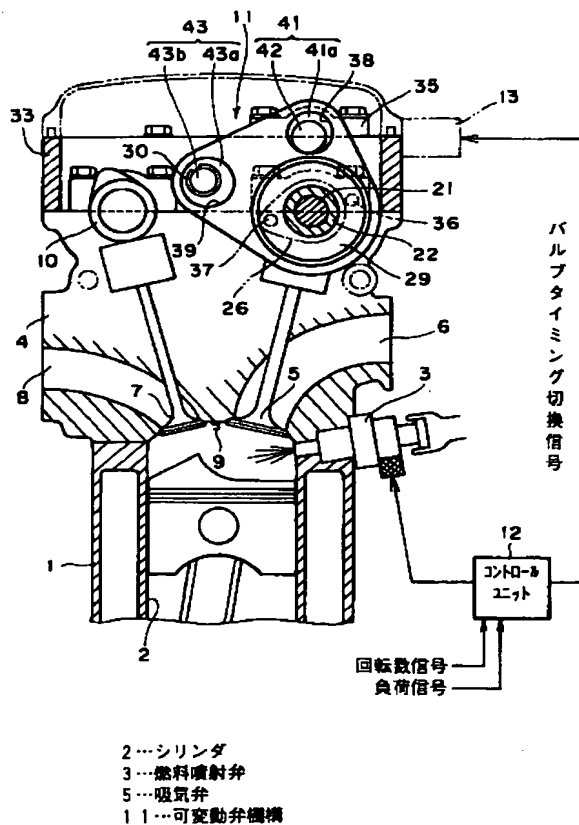
【図5】機関運転領域を示す特性図。

【図6】多気筒内燃機関における燃料噴射時期とバルブタイミングとの切換時期を示すタイムチャート。

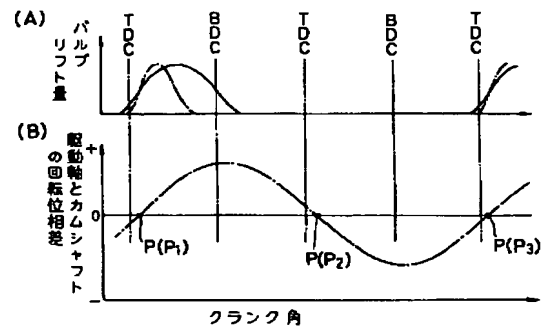
【符号の説明】

- 2…シリンダ
- 3…燃料噴射弁
- 5…吸気弁
- 11…可変動弁機構

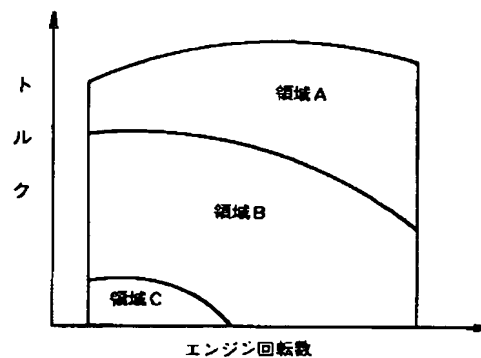
【図1】



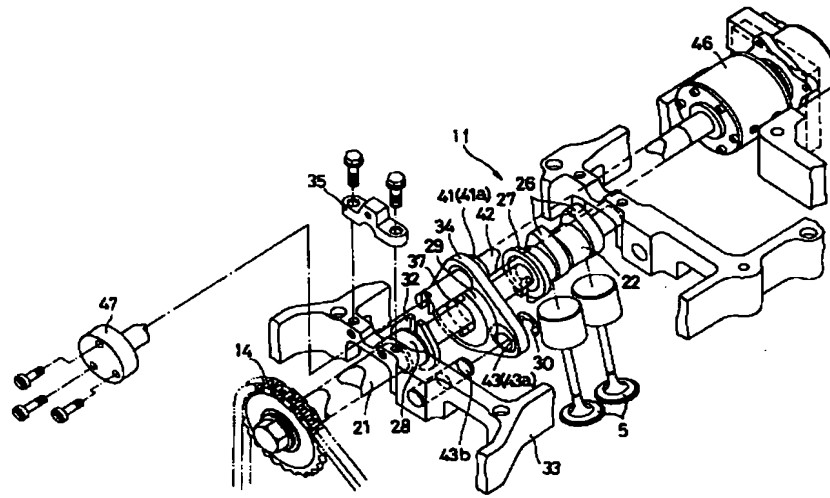
【図3】



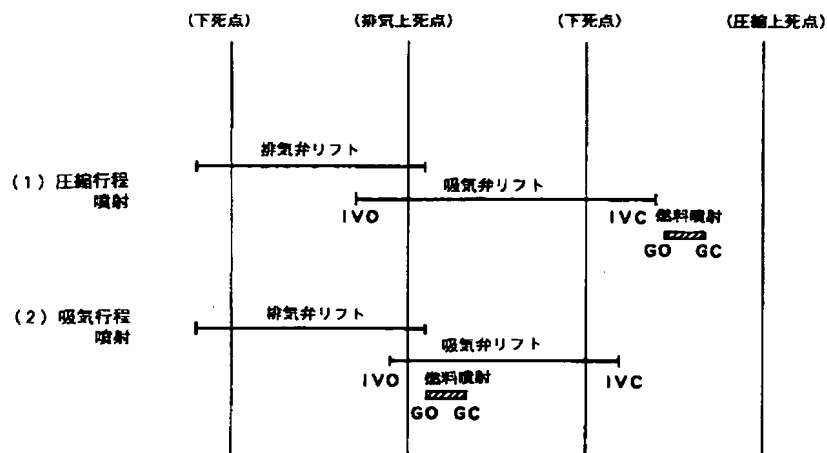
【図5】



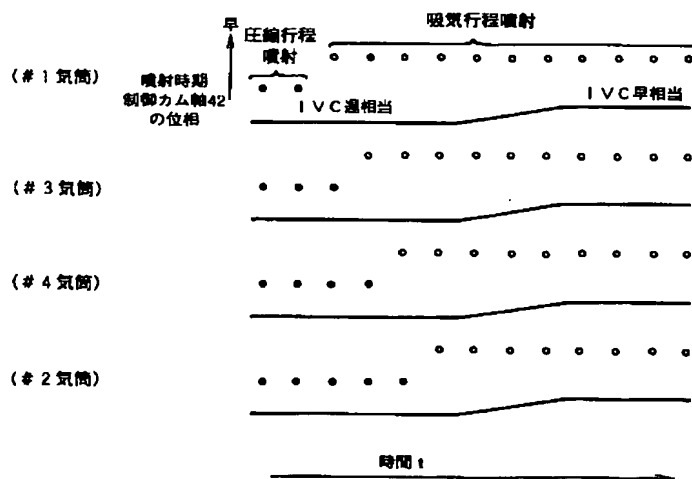
【図2】



【図4】



【図6】



【手続補正書】

【提出日】平成15年5月1日(2003. 5. 1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 機関運転条件に応じて燃料噴射時期が可変制御される筒内直噴型内燃機関において、その燃料噴射時期に応じてバルブタイミングが変化するように構成されており、かつ燃料噴射時期の切換とバルブタイミングの切換とに時間差が設けられていることを特徴とする筒内直噴型内燃機関。

【請求項2】 機関運転条件の変化に対し、燃料噴射時期の切換がバルブタイミングの切換よりも先に実行されることを特徴とする請求項1記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項3】 機関運転条件の変化に対し、全気筒の燃料噴射時期の切換が完了した後に、バルブタイミングの切換が実行されることを特徴とする請求項2記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項4】 アイドルを含む低負荷時には、燃料噴射時期の可変制御に拘わらず、バルブタイミングが所定期間に固定されていることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項5】 燃料噴射時期の可変制御の異常時には、バルブタイミングが所定期間に固定されることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項6】 バルブタイミングを連続的に制御可能な可変動弁機構を備えていることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項7】 吸気弁の開閉時期を可変制御する可変動弁機構を有し、燃料噴射開始時期が吸気行程中にあるときには吸気弁閉時期を早め、かつ燃料噴射開始時期が圧縮行程中にあるときには吸気弁開時期を早めることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項8】 燃料噴射開始時期が吸気行程中にあるときには吸気弁開時期を遅らせるとともに吸気弁閉時期を早め、かつ燃料噴射開始時期が圧縮行程中にあるときには吸気弁開時期を早めるとともに吸気弁閉時期を遅らせることを特徴とする請求項7記載の筒内直噴型内燃機関。

【請求項9】 圧縮行程中にある噴射開始時期が、吸気弁閉時期と同時にしくは僅かに遅れていることを特徴とする請求項7または8に記載の筒内直噴型内燃機関。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】また、燃料を吸気行程中に噴射する吸気行程噴射においては、均質混合気であるので、上述したようなNO_xの問題はなく、いかにトルクを高められるかが重要となるが、バルブタイミングを固定的に設定したのでは、吸気弁を介した混合気の吐き戻しによって充填効率が低下することがあり、必ずしもトルクを十分に高めることができない。この発明は、機関運転条件に応じて燃料噴射時期が可変制御される筒内直噴型内燃機関において、その燃料噴射時期に応じて適切なバルブタイミングを得るようにし、特に、噴射時期の切換とバルブタイミングの切換とによるトルクショックを抑制することを目的としている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】

【課題を解決するための手段】そこで、この発明は、機関運転条件に応じて燃料噴射時期が可変制御される筒内直噴型内燃機関において、その燃料噴射時期に応じてバルブタイミングが変化するように構成されており、かつ燃料噴射時期の切換とバルブタイミングの切換とに時間差が設けられていることを特徴とする。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】望ましくは、本発明の筒内直噴型内燃機関は、吸気弁の開閉時期を可変制御する可変動弁機構を有し、燃料噴射開始時期が吸気行程中にあるときには吸気弁閉時期を早め、かつ燃料噴射開始時期が圧縮行程中にあるときには吸気弁開時期を早める。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】さらに望ましくは、燃料噴射開始時期が吸気行程中にあるときには吸気弁開時期を遅らせるとともに吸気弁閉時期を早め、かつ燃料噴射開始時期が圧縮行程中にあるときには吸気弁開時期を早めるとともに吸気弁閉時期を遅らせるようにするとよい。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】しかしながら、この圧縮行程噴射の際に、吸気弁開時期を早めることにより、いわゆる内部EGRとして多量の排気を燃焼室に導入することができ、燃焼温度が低下する。これにより、NO_x排出量が減少する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】また、本発明では、望ましくは、圧縮行程中にある噴射開始時期が、吸気弁閉時期と同時にしくは僅かに遅れている。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】また、本発明では、燃料噴射時期の切換とバルブタイミングの切換とに時間差が設けられている。そして、望ましくは、機関運転条件の変化に対し、燃料噴射時期の切換がバルブタイミングの切換よりも先に実行される。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】さらに請求項3の発明では、機関運転条件の変化に対し、全気筒の燃料噴射時期の切換が完了した後に、バルブタイミングの切換が実行される。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】また、燃料噴射時期の可変制御が正常に作動しなくなると、燃焼が不安定化し、やはり機関が停止しやすい状態となる。そこで、本発明では、請求項5のように、燃料噴射時期の可変制御の異常時に、バルブタイミングが所定時期に固定されることが望ましい。これにより、バルブタイミングの切換に伴うエンストを回避できる。なお、このときのバルブタイミングを吸気行程噴射用の特性とすれば、始動性確保の上で有利となる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】また、本発明では、バルブタイミングを連続的に制御可能な可変動弁機構を用いることが望ましい。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、機関運転条件の変化に伴って燃料噴射時期を切り換える際に、燃料噴射時期に応じた適切なバルブタイミングを得ることができるとともに、燃料噴射時期の切換とバルブタイミングの切換とに時間差が設けられているので、噴射時期の切換によるトルク変化とバルブタイミングの切換によるトルク変化とが同時に発生せず、トルクショックを抑制することができる。また請求項2のように燃料噴射時期の切換をバルブタイミングの切換よりも先に実行させることで、レスポンスの悪化を防止できる。さらに、請求項3の発明によれば、気筒間の空燃比のばらつきによる過渡エミッションの発生を防止でき、トルクショック軽減の上でも有利となる。さらに請求項4および請求項5によれば、ストールによる機関の停止を確実に防止できる。また、請求項6のように、バルブタイミングを連続的に制御可能な可変動弁機構を用いれば、バルブタイミングを一層適切に維持でき、かつ大きなショックの発生を防止できる。また、請求項7によれば、希薄燃焼を行わせるべく圧縮行程噴射とした際に、吸気弁開時期を早めることにより、NO_x排出量を低減できるとともに、トルクを高めるべく吸気行程噴射とした際に、吸気弁閉時期を早めることで、充填効率の向上ひいてはトルクの向上が図れる。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】また、請求項8によれば、NO_x排出量をさらに低減できるとともに、トルクをさらに高めることができる。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正内容】

【0030】そして請求項9によれば、強いガス流動により霧化の改善ひいては良好な燃焼を実現できる。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0031
 【補正方法】削除
 【手続補正16】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0032
 【補正方法】削除
 【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0033
 【補正方法】削除
 【手続補正18】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0034
 【補正方法】削除

フロントページの続き

(51)Int.Cl.7	識別記号	F I	ターマコード(参考)
F 0 2 D 41/34		F 0 2 D 41/34	F
F ターム(参考)	3G084 AA04 BA15 BA23 CA03 CA04 CA09 DA01 DA05 DA10 DA11 DA34 FA07 FA33		
	3G092 AA01 AA06 AA09 BB06 DA06 DD03 EA03 EA04 EA17 FA01 FA03 FA04 FA17 FA40 GA04 GA05 GA06 GA18 HA01Z HE01Z		
	3G301 HA01 HA04 HA15 HA19 JA01 JA03 JA04 JA25 JA31 KA07 KA08 KA09 KA25 LA07 MA19 NE11 NE12 NE23 PA01Z PE01Z		